



AUSGEGEBEN AM
23. AUGUST 1956

DEUTSCHES PATENTAMT

PATENTSCHRIFT

Nr. 947 655

KLASSE 46g GRUPPE 806

INTERNAT. KLASSE F 02k ———

Sch 9740 Ia / 46g

Dipl.-Ing. Paul Schmidt, München
ist als Erfinder genannt worden

Dipl.-Ing. Paul Schmidt, München

Ventil für einen Brennraum mit periodisch wiederholten angenäherten Gleichraumverbrennungen, insbesondere für Strahltriebwerke

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 15. Juni 1952 an

Patentanmeldung bekanntgemacht am 23. Februar 1956

Patenterteilung bekanntgemacht am 2. August 1956

Die Erfindung bezieht sich auf ein Ventil für
Brennräume, insbesondere am Einlaß gesteuerte
und dem Auslaß offene Brennräume, in denen
periodisch wiederholte Verbrennungen in der Art
5 von Gleichraumverbrennungen stattfinden. In
solchen Brennräumen treten periodisch wechselnd
größere und geringere Drücke auf, wobei die Ab-
führung der Brenngase bei höherem Druck und die
Einführung der Verbrennungsluft oder des Ver-
10 brennungsgemisches bei geringerem Druck vor-
genommen wird. Für die Steuerung der Gase sind
im allgemeinen Ventile erforderlich, die einem
schnellen Druckwechsel zu folgen vermögen und

in der Regel keine mechanische Steuerung erhalten
können, weil keine vom Druckwechsel zwangsläufig
15 gesteuerten mechanischen Teile vorhanden sind
wie zum Beispiel bei Kolbenmotoren. Für der-
artige Brennkammern mit angenäherter Gleich-
raumverbrennung werden deshalb vielfach Rück-
schlagventile verwendet, die als Tellerventile oder
20 als Klappenventile ausgeführt werden. Bei Rück-
schlagventilen hat es sich als schwierig erwiesen,
diese mit genügender Haltbarkeit auszuführen, es
hat sich vielmehr gezeigt, daß diese bei längerer
Betriebszeit Zerstörungen erleiden. Diese Zer-
25 störungen werden insbesondere durch das Auf-

schlagen des Ventils bei dessen Rückkehr in seine Auflagestellung verursacht. Wenn es auch theoretisch möglich ist, ein Rückschlagventil derart auszuführen, daß es sich bei der Rückkehr in seine Auflagestellung dieser Stellung mit geringer Geschwindigkeit nähert und ein stoßartiges Aufschlagen vermieden wird, so ist dies doch nur bei einer bestimmten Periodenzahl der Verbrennungen der Fall. In Brennräumen mit angenäherter Gleichraumverbrennung ändert sich aber die Periodenzahl der Verbrennungen und die Höhe der Verbrennungsdrücke in unkontrollierbarer Weise, insbesondere infolge geringer Unterschiede in der Gemischbildung und der Verbrennungsgeschwindigkeit. Die daraus folgenden technischen Schwierigkeiten haben eine befriedigende Anwendung periodisch arbeitender Brennräume mit Gleichraumverbrennung, außer bei Kolbenmotoren, verhindert.

Die Erfindung bezweckt eine Beseitigung dieser Schwierigkeiten und erreicht dies dadurch, daß eine Ventilwand im offenen Ventilquerschnitt des Brennraumeinlasses so angeordnet ist, daß sie frei schwingt, ohne auf einen Anschlag oder Ventilsitz zu treffen.

Diese Regel ist insbesondere in Anwendung auf Strahltriebwerke bedeutungsvoll. Bei diesen vollzieht sich die Verbrennung im allgemeinen in einem einerseits ständig offenen Brennraum, und die Verbrennungsluft oder das Gemisch aus Brennstoff und Luft wird an dem durch das Ventil gesteuerten Einlaß absatzweise selbsttätig nachgesaugt oder unter Druck eingeführt. Im übrigen wird der erzeugte Strahl von Gasen, in manchen Fällen nach zusätzlicher Einführung von Luft oder anderen Stoffen, in mannigfacher Weise weiterverwendet. Er wird zur Erzeugung einer Rückstoßkraft auf Flugzeuge oder auf ein Turbinenrad benutzt, oder die Energie des Strahls dient zur Fortleitung der Wärme der Gase oder zur Verteilung einer Beimischung auf größere Entfernung hin, zur Erzeugung von Druckgas u. dgl. In allen diesen Fällen handelt es sich um die energetische Verwendung eines Strahls für technische Zwecke, zu dessen Erzeugung das Strahltriebwerk dient. Bei Strahltriebwerken ergibt sich erfahrungsgemäß eine verhältnismäßig große Schwankung der Periodenzahl der Verbrennungen und eine Schwankung des jeweiligen Drucks, den die Verbrennungsgase bei den einzelnen Verbrennungen erreichen. Die Regel der Erfindung ist geeignet, eine gute Anpassung der Ventilbewegung an diese veränderlichen Betriebsbedingungen zu geben, und führt außerdem zu Ventilkonstruktionen, deren Haltbarkeit den Ventilen von Kolbenmotoren nicht nachsteht, so daß eine allgemeinere Anwendung von Strahltriebwerken technisch ermöglicht wird.

Während bei bekannten Einlaßventilen nur der zeitweise im Brennraum auftretende Unterdruck zum Öffnen des Ventils verwendet wird, werden gemäß der Erfindung die gesamten pulsierend auftretenden Gaskräfte für den Betrieb des Einlaß-

ventils ausgenutzt. Der Verbrennungsdruck wird dabei in Form von Federenergie aufgespeichert und kommt beim Öffnen des Ventils wieder zur Wirkung. Daraus ergibt sich der bedeutende Vorteil, daß in kurzen Zeiten große Öffnungsquerschnitte erzielt werden können und daß der Beginn der Ventilöffnung mit großer Ventilegeschwindigkeit erfolgt. Weitere Vorteile der gemäß der Erfindung ausgeführten Ventile bestehen in ihrer einfachen Bauart, ihrer aerodynamischen Güte, die nur geringe Strömungsverluste bei verhältnismäßig kleinem Bauquerschnitt bedingt, und in geringem Gewichtsaufwand.

In Weiterbildung der Erfindung ist es vorteilhaft, daß an dem schwingenden Ventilgewicht eine Federung für eine um mindestens 10% von der Periodenzahl der Verbrennungen verschiedene Eigenschwingungszahl des Ventils angeordnet ist. Die Größe der Eigenschwingungszahl und insbesondere ihr Verhältnis zu der Periodenzahl der Verbrennungen ist von wesentlicher Bedeutung für eine selbsttätige schnelle Angleichung der freien Ventilschwingungen an die Folge der Verbrennungen bei deren betriebstechnisch unvermeidbaren Änderungen. Bei einer Federung des schwingenden Ventilgewichts, die eine Eigenschwingungszahl des Ventils innerhalb des Bereichs von Plus oder Minus 10% der Periodenzahl der Verbrennungen ergibt, führen schon recht geringe Schwankungen im Verbrennungsablauf zu unzulässigen Abweichungen der Ventilschwingung von der erforderlichen Steuerung des Ventilquerschnitts. Derartige Ausführungen des Ventils können deshalb nur in Ausnahmefällen, z. B. bei stets gleichem Verbrennungsverlauf, in Betracht kommen.

In den Abb. 1 und 2 ist in Diagrammform der Druckwechsel in einer Brennkammer und dazu die freie Schwingung eines Ventils veranschaulicht.

Abb. 3 bis 11 zeigen beispielsweise Ausführungen von frei schwingenden Ventilen mit Federungen verschiedener Art.

Abb. 1 gibt über der Abszisse t , welche die Zeit angibt, den Verlauf des Drucks in einer Brennkammer durch den mit p bezeichneten Linienzug wieder. Dieser Druckverlauf ist im allgemeinen nur angenähert harmonisch. Die Werte oberhalb der Abszisse t sollen Überdruck, die unterhalb Unterdruck bezeichnen. Die den Ventilquerschnitt steuernde Kante des Ventils führt unter der Wirkung der Kraft, die aus dem Druck p folgt, und der Federungskraft, die auf die Masse des schwingenden Ventils wirkt, einen Hub gemäß der Linie h aus. Der mit t' bezeichnete Abstand gibt die Phasenverschiebung zwischen dem Druckverlauf p und dem Hubverlauf h wieder. An dem schwingenden Ventilgewicht ist dabei eine Federung angeordnet, die eine kleinere Eigenschwingungszahl des Ventils ergibt als die Periodenzahl der Verbrennungen. Zugleich liegt eine geringe Dämpfung der Ventilschwingung vor, so daß die Phasenverschiebung zwischen den Kurven p und h etwas kleiner ist als der halbe Wert einer vollen Periode

des Drucks p . Der Druckanstieg ist im Anfang einer Verbrennung in der Regel steiler als im weiteren Verlauf. Für die Steuerung des Ventilquerschnitts folgt daraus zweckmäßig, den Abschluß des Ventils vor Beginn der Verbrennung herbeizuführen, während die geringeren Überdrücke gegen Ende des Überdruckverlaufs einen vollständigen Ventilabschluß dort weniger wichtig erscheinen lassen. Die anzuordnende Begrenzung des Einlaßquerschnitts des Ventils ist demnach im allgemeinen einerseits derart zu wählen, daß ein Ventilabschluß beim Einsetzen des Überdrucks erfolgt, und andererseits, daß die volle Schwingungsweite des Ventils in Richtung der Öffnungsbewegung ausgenutzt ist. Daraus ergibt sich die Begrenzung des Öffnungsquerschnitts, wie sie durch die unterbrochen gezeichneten und durch Schraffur hervorgehobenen Geraden h_1 und h_2 wiedergegeben ist.

In Abb. 2 sind die entsprechenden Werte mit Buchstaben gleicher Bedeutung bezeichnet, jedoch für eine andere Ventilausführung dargestellt. Hierbei handelt es sich um ein Ventil, bei dem an dem schwingenden Ventilgewicht eine Federung angeordnet ist, die eine größere Eigenschwingungszahl des Ventils ergibt als die Periodenzahl der Verbrennungen. Die durch eine Dämpfung bewirkte Phasenverschiebung ist demgemäß gering. Die durch die Geraden h_1 und h_2 bezeichnete Öffnungsweite des Ventils ist etwas geringer als diejenige bei Abb. 1, dagegen erstreckt sich der Ventilabschluß über den gesamten Überdruckbereich der Kurve p .

Es ist in vielen Fällen günstig, ein Ventil mit einer kleineren Eigenschwingungszahl auszuführen als die Periodenzahl der Verbrennungen, in anderen Fällen dagegen ergibt sich eine Ausführung mit größeren Eigenschwingungszahlen als vorteilhafter. Die Wahl des einen oder anderen Bereichs wird bestimmt durch die absolute Größe der Periodenzahl der Verbrennungen, durch den technischen Zweck, den die Vorrichtung erfüllen soll, welche den Brennraum enthält, durch den auftretenden höchsten Verbrennungsdruck und anderes mehr.

Bei Ausführungen mit kleineren Eigenschwingungszahlen ist es in Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, eine Federung für eine Eigenschwingungszahl des Ventils im Bereich vom 0,9- bis 0,3fachen der Periodenzahl der Verbrennungen anzuordnen. Dies ergibt sich insbesondere bei im wesentlichen geradlinig schwingenden Ventilen als günstig, weil bei diesen verhältnismäßig große schwingende Ventilgewichte angewendet werden. Bei Strahltriebwerken liegt ein besonders vorteilhafter Bereich bei dem 0,85- bis 0,55fachen der Periodenzahl der Verbrennungen. Die Vorteile dieser Bereiche ergeben sich daraus, daß innerhalb dieser Bereiche noch ein genügender Abstand von dem nur in Ausnahmefällen zu beherrschenden Resonanzgebiet besteht, daß aber zugleich auch noch ein genügender Abstand von dem Gebiet weiter außerhalb der Resonanz vorliegt, der oft

eine ungenügende Einregelung ergibt. Bei zu großer Entfernung vom Resonanzgebiet bewirken die unvermeidbaren Änderungen im Verbrennungsverlauf insbesondere unzulässige Phasenverschiebungen der Ventilschwingungen gegenüber den Perioden der Verbrennungen, weil die Trägheitskräfte der schwingenden Ventilmasse zu groß werden gegenüber den Gaskräften der Verbrennungen. In den angeführten Bereichen sind diese Verhältnisse dagegen in genügendem Einklang miteinander, so daß ein vorteilhaftes Betriebsverhalten des Ventils gesichert ist.

Bei Ausführungen mit größeren Eigenschwingungszahlen des Ventils gegenüber der Periodenzahl der Verbrennungen ist es in Weiterbildung der Erfindung vorteilhaft, eine Federung für eine Eigenschwingungszahl im Bereich vom 1,1- bis 3fachen der Periodenzahl der Verbrennungen anzuordnen. Die Vorteile treten insbesondere bei frei schwingenden Drehklappenventilen hervor, weil bei diesen leicht verhältnismäßig starke Federungen anzuwenden sind. Drehklappententile zeigen zudem eine besondere Eignung für Strahltriebwerke, weil sie eine aerodynamisch günstige Strömung und günstige Öffnungsquerschnitte für die Einstromung der Verbrennungsluft in einen Brennraum ergeben. Für viele Anwendungsfälle liegt der günstigste Bereich in dem Gebiet vom 1,2- bis 2fachen der Periodenzahl der Verbrennungen. Die Grenzen der vorteilhaften Bereiche folgen insbesondere daraus, daß innerhalb dieser die Federungskräfte einen genügenden, aber nicht zu weiten Abstand vom Resonanzgebiet ergeben, um eine volle Betriebssicherheit des Ventils bei den praktisch unvermeidbaren Schwankungen der Verbrennungen zu liefern.

Die Abb. 3 gibt eine Ausführung mit geradlinig schwingendem Ventilteller wieder. Der Kreisquerschnitt 1 stellt den Einlaß für eine rechts davon befindliche, nicht gezeichnete Brennkammer dar. Der Einlaßquerschnitt für die Verbrennungsluft oder das Brenngemisch wird durch den Ventilteller 2 gesteuert. Der Ventilteller erreicht bei seiner Schwingung die mit unterbrochenen Linien gezeichneten Endlagen. Die mit dem Ventilteller 2 verbundene Feder 3 aus festem elastischem Material, z. B. Stahl, die an ihrem anderen Ende mit der Stützwand 4 verbunden ist, ergibt eine Eigenschwingungszahl des Ventiltellers 2, die kleiner ist als die Periodenzahl der Verbrennungen. Die Schwingung des Tellers erfolgt demnach in der Weise, wie dies in Abb. 1 durch die Kurve h dargestellt ist. Der Ventilschaft 5 ist in der Hülse 6 geführt, und das Ende der Hülse 6 ist als Zylinder für eine Förderung von Brennstoff ausgebildet. Der Brennstoff tritt durch den Stutzen 7, welcher ein Kugelventil 8 enthält, in den Zylinderraum 9 ein. Die Ableitung des Brennstoffs geschieht über ein Kugelventil 10 durch den Stutzen 11. Die Hin- und Herbewegung der Stirnfläche 12 des Schaftes 5 ergibt die Förderung des Brennstoffs.

Zwecks Steuerung großer Ventilquerschnitte kann es zweckmäßig sein, mehrere einzelne Ventilteller nebeneinander anzuordnen.

In den Abb. 4, 5 und 6 ist ein Drehklappenventil wiedergegeben, das eine freie Schwingung gemäß Diagrammbild 1 ausführt. Zwei Drehklappen, mit 13 bezeichnet und in dem Zeitpunkt ihrer größten Öffnungsweite dargestellt, schwingen innerhalb des im Schnitt gezeichneten Einlaßquerschnitts 14 eines anschließenden, nicht dargestellten Brennraums. Die Strömungsrichtung der eintretenden Verbrennungsluft ist durch Pfeile veranschaulicht.

Die Grenzstellungen der Klappen, innerhalb welcher diese den Brennraum abschließen, sind durch unterbrochen gezeichnete Linien angegeben. Die Klappen 13 sind aerodynamisch profiliert, so daß bei der Einstromung des gasförmigen Mittels ein Drehmoment auf jede Klappe ausgeübt wird, welches im Sinne des erforderlichen äußeren Kraftmoments wirkt, das der Erzielung der schwingenden Klappendrehung dient. Bei den dichtenden Stellungen der Klappen bewegen sich die Klappenenden einerseits an den kreisbogenförmigen Wandungsteilen der Wandungen 14 entlang und andererseits längs der Wandungen der Zwischenrippe 15. Die Lagerung der Drehklappen wird durch Zapfen 16 bewirkt, die beiderseits an den Stirnflächen der Klappen in den Begrenzungswänden 17 des Ventilgehäuses gelagert sind. Von den Begrenzungswänden 17 ist in Abb. 4 nur eine (untere) sichtbar, oberhalb der Schnittebene dieser Abbildung liegt die andere Wand 17. In Abb. 5 ist diese zweite Wand 17 zu erkennen, und zwar gibt die Abb. 5 eine Aufsicht auf das Ventilgehäuse wieder. In Abb. 6 ist ein Schnitt von Abb. 5 gezeigt. Die Schnittebene geht durch die Drehachsen der Klappen 13, sie läßt zwei Lagerbolzen 16 erkennen und die Wand 17 mit der Lagerung für die Bolzen 16. Mit den Lagerbolzen 16 sind Drehkolben 18, in Abb. 5 erkennbar, verbunden, deren Drehschwingung in den Drehkolbenzylindern 19, die sich an die Wand 17 anschließen, die Federungskraft liefert. Die Drehkolben 18 sind ebenso wie die Drehklappen 13 in der einen größten Schwingungsweite gezeichnet. Die Mittellagen der Drehkolben 18 und ihre andere Lage bei größter Schwingungsweite sind durch unterbrochen gezeichnete Linien angedeutet. Die Drehkolben 18 bewegen sich dichtend in den Zylindern 19, so daß die in den Zylindern befindliche Luft oder ein anderes elastisches Mittel in Folge der Schwingung der Drehkolben 18 periodisch wechselnd verdichtet wird. Durch ein Rückschlagventil 20 kann die Füllung der Zylinder unter Zuführung von Luft od. dgl. durch den Stutzen 21 ergänzt oder auf einer bestimmten mittleren Druckhöhe erhalten werden. Durch eine Änderung der mittleren Druckhöhe ist die Federungskraft zu variieren, so daß diese an Änderungen der mittleren Höhe der Verbrennungsdrücke im Brennraum angepaßt werden kann. Derartige Änderungen treten zum Beispiel auf, wenn die Brennkammer für die Beaufschlagung eines Turbinenrades benutzt wird und eine Verringerung der Brennstoffzufuhr eine Teilleistung der Turbine liefert. Das entsprechende ist bei Erhöhung der Brennstoffzufuhr der Fall. In ähnlicher Weise er-

gibt sich eine Änderung der Verbrennungsdrücke bei Strahltriebwerken zum Antrieb eines Flugzeugs, wenn der Strahltrieb in verschiedenen Höhen betrieben wird. In derartigen Fällen folgt aus der Regelung des mittleren Drucks in den Drehkolbenzylindern 19 ohne weiteres eine Anpassung der Federungskräfte an die geänderten Betriebsbedingungen. Der mittlere oder auch der höchste Druck der Verbrennungen kann mittels einfacher Steuereinrichtungen dazu verwendet werden, um eine selbsttätige Anpassung der Federungskräfte an die Änderungen der Betriebsbedingungen zu bewirken.

Sodann ist es ferner leicht möglich, jeden Drehkolbenzylinder 19 unabhängig von der Wand 17 zu halten und in einem bestimmten Grade um die Achse einer Klappe 13 drehbar zu verstellen. Dadurch ist die Mittellage der Klappenschwingung zu beeinflussen, was betriebstechnisch erwünscht sein kann. Die Mittellage jeder Klappe 13 wird im übrigen im Ruhezustand durch eine schwache Feder 22 aufrechterhalten, doch kann die Klappe durch eine entsprechende andere Einstellung der Feder 22 auch in eine Ausgangslage gestellt werden, die nicht in der Mitte der Schwingungsweiten liegt. Dies kann für einen günstigen Beginn der Klappenschwingung bei Inbetriebsetzung einer Brennkammer von Vorteil sein. Die geringe Kraft der Feder 22 beeinflußt die Schwingung der Klappe nur unwesentlich.

Das gasförmige Mittel, im allgemeinen Luft, in dem Drehkolbenzylinder kann auch zu einer Arbeitsleistung dienen. Hierfür sind Rückschlagventile 23 am Boden jedes Zylinders 19 angeordnet. Das gasförmige Mittel wird dann durch den Stutzen 24 einer weiteren Verwendung zugeführt. Durch die zu wählende Kraft der Federn der Ventile 23 ist der Druck einzustellen, bei welchem durch einen Drehkolben 18 das Gas oder die Luft aus dem Zylinder herausgedrückt wird. Eine derartige Entnahme von Energie aus der Klappenschwingung gestattet es auch, die Phasenverschiebung zwischen der erregenden Druckkraft der Verbrennungen und der Schwingung der Klappe in erwünschter Weise zu ändern.

Die Abb. 7 und 8 zeigen eine Anordnung von Drehklappen, deren freie Schwingung gemäß Diagrammbild 2 verläuft. Die beiden Klappen 25 sind in ihrer größten Öffnungsweite gezeichnet, und durch unterbrochen gezeichnete Linien sind die den Ventilabschluß begrenzenden Lagen angegeben. Die Strömungsrichtung der in die Brennkammer (nicht gezeichnet) strömenden Verbrennungsluft ist durch Pfeile veranschaulicht. Die Federung jeder Klappe 25 erfolgt mittels einer großen Zahl verhältnismäßig dünner Stahldrähte 26, die sich als Drahtbündel in einer Bohrung der Klappe befinden. Die Abb. 8, welche eine Klappe im Längsschnitt zeigt, läßt erkennen, daß das Drahtbündel 26 an seinem einen Ende 27 mit der Klappe durch Lötung fest verbunden ist. Das andere Ende des Drahtbündels 26 ist mit der Platte 28 verlötet, die ihrerseits mit der einen Wand 29 des Ventils ver-

bunden ist. Die Abb. 8 veranschaulicht auch die Lagerung der Klappen 25 durch Kugellager. Die Klappen 25 sind zwecks Erzielung eines kleinen Trägheitsmoments verhältnismäßig dünnwandig ausgeführt.

Abb. 9 gibt eine Konstruktion mit einem schwingenden Ventilring 30 wieder. Der Ventilring ist mit Schraubenfedern 31 verbunden, und zwar mit vier Federn gleicher Steigung und Art, so daß der Ring 30 von vier Federn symmetrisch beeinflusst ist. Die dem Ring gegenüberliegenden Federenden sind von Stützrippen 32 gehalten, an welchen Laschen 33 die abgebogenen Enden der Federdrähte fest umschließen. Die Laschen 33 sind mit den Stützrippen 32 vernietet. Die Stützrippen 32 gehen von dem innerhalb des Ventilrings 30 liegenden Körper 34 aus, und der Körper 34 ist durch Rippen 35 mit dem Ventilgehäuse 36 verbunden. Der zylindrische Teil des Körpers 34 und die daran anschließende Strecke jeder Stützrippe 32 ergibt die Führung des Ventilrings 30 bei dessen Schwingung. Die Schwingung des Ventilrings entspricht dem Diagrammbild 1, so daß der Ventilquerschnitt, der in der gezeichneten Lage des Ventilrings durch diesen abgeschlossen ist, während der Druckwirkung der Verbrennungsgase geschlossen bleibt. Der Brennraum befindet sich rechts vom Ventil, er ist nicht gezeichnet. Die Schwingung des Ventilrings 30 führt während der Zeit der Druckwirkung bis zu der mit 37 bezeichneten, durch unterbrochene Linien dargestellten Endlage und wieder zurück bis in die Nähe der mit 30 bezeichneten Lage. Die Schwingung des Ventilrings während der Einstromung frischen Brenngemisches in den Brennraum führt von der Lage 30 aus bis zur Lage 38 und zurück.

Die Konstruktion mit einem schwingenden Ventilring in einer Ventilöffnung mit ringförmigem Querschnitt ergibt eine Steuerung größerer Strömungsquerschnitte als bei einem Ventilteller gleichen Durchmessers und Ventilhubs. Daraus folgt, daß der Öffnungsquerschnitt durch die Ventilschwingung in kürzerer Zeit vollständig freigelegt werden kann, womit günstigere Strömungs- und Steuerverhältnisse erzielt werden.

Die Abb. 10 zeigt eine Ausführungsform, bei der an einem geradlinig schwingenden Ventil mehr als ein Ventilquerschnitt angeordnet ist. Das rohrförmige Ventilgehäuse 39 ist mit zwei Schlitzfen 40 versehen, die durch Rippen 41 überbrückt werden, und innerhalb des Gehäuses befindet sich das schwingende Ventil 42. Dieses besteht aus dem Ventilboden 43 mit dem Schaft 44 und dem Ventilmantel 45. Durch Rippen 46 ist der Ventilmantel 45 mit dem Boden 43 verbunden. Zur Abfederung des Ventils 42 dient die Feder 47, die einerseits an dem Ventilboden 43 und andererseits an dem Stützflansch 48 befestigt ist. Der Stützflansch 48 trägt ferner die Führungshülse 49 für den Schaft 44. Durch Rippen 50 wird der Schaft von dem Ring 51 gehalten, der seinerseits mit dem Gehäuse 39 verschraubt ist. Das Ventil 42 ist in der Stellung seiner größten Öffnungsweite wiedergegeben, durch unter-

brochen gezeichnete Linien ist auch die größte Schwingungsweite bei Ventilabschluß angedeutet. Der anschließende Brennraum ist nicht vollständig gezeichnet. Die Strömungspfeile in Abb. 10 geben die Einstromung von Verbrennungsluft oder Verbrennungsgemisch wieder. Aus der Anordnung von zwei gleichzeitig gesteuerten Ventilquerschnitten geht hervor, daß damit ein besonders großer Gesamtquerschnitt des Ventils bei verhältnismäßig geringer Schwingungsweite und geringem baulichem Aufwand freigelegt wird. Die Schwingung des Ventils vollzieht sich gemäß Diagrammbild 1.

In Abb. 11 ist die Ausführung eines geradlinig schwingenden Ventils wiedergegeben, dessen Schwingung nach Diagrammbild 1 verläuft und dessen Federung durch Verdichtung und Entspannung von Luft bewirkt wird. Der Einlaß eines in seinem Anfangsteil dargestellten Brennraums wird durch das rohrförmige Ventilgehäuse 52 gebildet. In diesem schwingt der Ventilkörper 53, der in seiner Mittellage gezeichnet ist und dessen Endlagen durch unterbrochen gezeichnete Linien angedeutet sind. Der Ventilkörper ist auf einer Achse 54 geführt. Die Achse 54 ist mit einer Bohrung 55 versehen, durch die Brennstoff mittels Rohre 56 den Brennstoffdüsen 57 zugeleitet wird. Die Einführung des Brennstoffs wird dabei zweckmäßig im Rhythmus der Einstromung der Verbrennungsluft gesteuert, um die Gemischbildung zu begünstigen. Zu diesem Zweck sind bei den Düsen 57 auch Wirbelteller 58 angeordnet, die in einem Nebenbild in einer Ansicht, die in Richtung der Ventilachse liegt, näher dargestellt sind. Im übrigen sind mehrere Brennstoffrohre 56 derart angeordnet, daß eine annähernd gleichmäßige Verteilung der Brennstoffdüsen auf den Strömungsquerschnitt der Verbrennungsluft erzielt wird. Die Achse 54 ist an ihrer anderen Seite durch einen Ring 59 gehalten. Dieser Ring ist durch Rippen 60 und am Gehäuse befindliche Rippen 61, die durch Laschen miteinander verbunden sind, an dem Gehäuse 52 befestigt. Die Achse 54 ist mit einem Kolben 62 versehen, welcher sich in dem Ventilylinder 63 befindet. Durch verhältnismäßig schwache Schraubenfedern 64 und 65, die zwischen dem Kolben 62 und den Zylinderböden 66 und 67 liegen, wird der Ventilkörper 53 in seiner Ruhelage gehalten, wenn die Brennkammer nicht betrieben wird. An dem Zylinderboden 66 ist eine Rückschlagklappe 68 angebracht, welche bei Unterdruck in dem anschließenden Zylinderteil den Einlaß von Luft durch die Bohrung 69 gestattet, diese Bohrung bei Überdruck im Zylinder aber abschließt. In gleicher Weise ist an dem Zylinderboden 67 eine Rückschlagklappe 70 und eine Bohrung 71 angebracht, wobei der Luftzutritt durch das Winkelrohr 72 und die Öffnung 73 im Ventilkörper 53 ermöglicht wird. Durch die Klappen 68 und 70 wird ein Verlust an Luft, der an den mit Kolbenringen gedichteten Stellen zwischen dem Zylinder und der Achse eintreten kann, ersetzt. Außerdem kann aber auch in gleicher Weise wie bei der Ausführungsform nach Abb. 5 und 6 durch die dar-

gestellten und weiteren Ventile eine Steuerung des mittleren Luftdrucks im Zylinder 63 oder auch eine Förderung von Luft bewirkt werden.

5

PATENTANSPRÜCHE:

1. Ventil für einen Brennraum zur Durchführung von periodisch wiederholter, angenäherter Gleichraumverbrennungen mit einer vom wechselnden Druck der Gase in Bewegung versetzten, mit einer Federung versehenen Ventilwand, insbesondere für Strahltriebwerke, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilwand im offenen Ventilquerschnitt des Brennraumeinlasses so angeordnet ist, daß sie in an sich bekannter Weise frei schwingt, ohne auf einen Anschlag oder Ventilsitz zu treffen.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß an dem schwingenden Ventilgewicht eine Federung (3, 18, 19, 31, 47, 62, 63) für eine um mindestens 10% von der Periodenzahl der Verbrennungen verschiedene Eigenschwingungszahl des Ventils angeordnet ist.
3. Ventil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Federung für eine Eigenschwingungszahl des Ventils (2, 30, 42, 53), insbesondere bei im wesentlichen geradlinig schwingenden Ventilen, im Bereich vom 0,9- bis 0,3fachen der Periodenzahl der Verbrennungen angeordnet ist.
4. Ventil nach Anspruch 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß eine Federung für eine Eigenschwingungszahl des Ventils, insbesondere bei Drehklappenventilen (25 in Abb. 7 und 8), im Bereich vom 1,1- bis 3fachen der Periodenzahl der Verbrennungen angeordnet ist.
5. Ventil nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein im wesentlichen geradlinig geführter und mit einer Federung (3, 31, 47, 62, 63) versehener Ventilteller (2, 30, 42, 53) in der Ventilöffnung (1, 36, 41, 52) verschieblich angeordnet ist.

6. Ventil nach Anspruch 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens eine Drehklappe (13, 25) in der Ventilöffnung (14) drehbar und mit einer Federung (18, 22, 26) für die Drehschwingung angeordnet ist.

7. Ventil nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß als Federung mindestens eine Feder (3, 26, 31, 47) aus elastischem Material angeordnet ist.

8. Ventil nach Anspruch 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß zur Erzielung der Federung mindestens ein Zylinderraum (19, 63) mit einem Kolben (18, 62) angeordnet ist, wobei einer dieser beiden Teile durch die schwingende Ventilmasse gegen den anderen bewegt und dabei ein gasförmiges Mittel verdichtet und entspannt wird.

9. Ventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß zur Veränderung des mittleren Drucks des gasförmigen Mittels zwischen Zylinder (19) und Kolben (18) eine Zuführung (21) von Druckgas angeordnet ist.

10. Ventil nach Anspruch 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß an dem Ventil ein Zylinder (6, 19, 63) und darin ein kolbenartig wirkender Teil (5, 12, 18, 62) und daß daran Einlaß- (8, 20, 70) sowie Auslaßventile (10, 23) für Gas oder Flüssigkeit angeordnet sind, wobei durch die Relativbewegung von Kolben und Zylinder eine Übertragung mechanischer Arbeit auf Gas oder Flüssigkeit, insbesondere eine Förderung des Brennstoffs, erfolgt.

11. Ventil nach Anspruch 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß ein schwingender Ventiling (30) in einer Ventilöffnung (36) mit ringförmigem Querschnitt (34, 35, 36) angeordnet ist.

12. Ventil nach Anspruch 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß mehr als ein Ventilquerschnitt (41) angeordnet ist.

In Betracht gezogene Druckschriften:
Deutsche Patentschrift Nr. 546 462.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

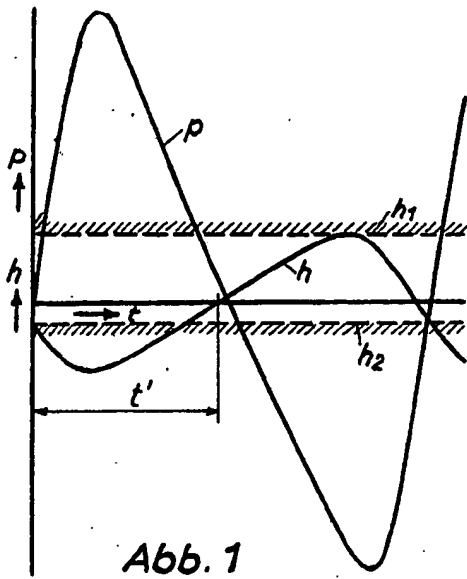


Abb. 1

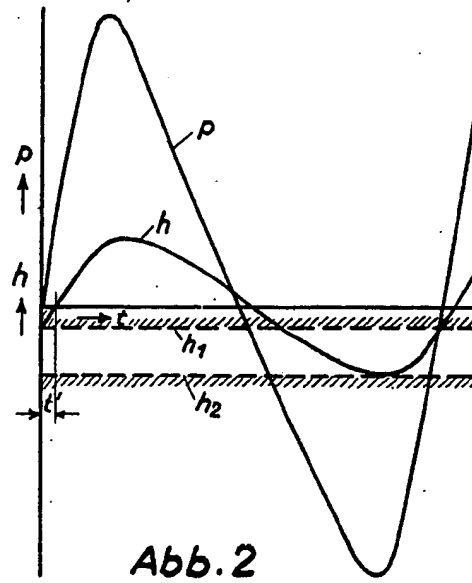


Abb. 2

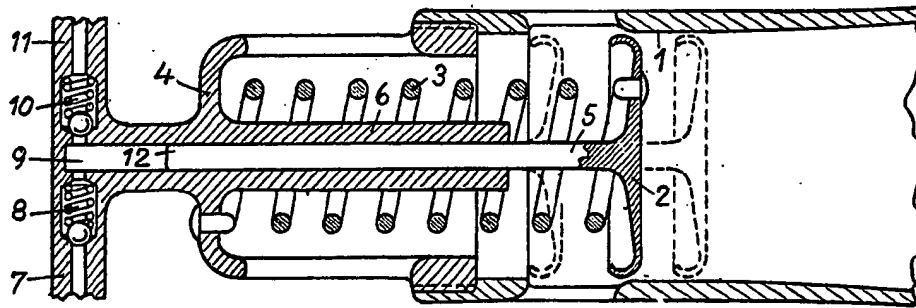


Abb. 3

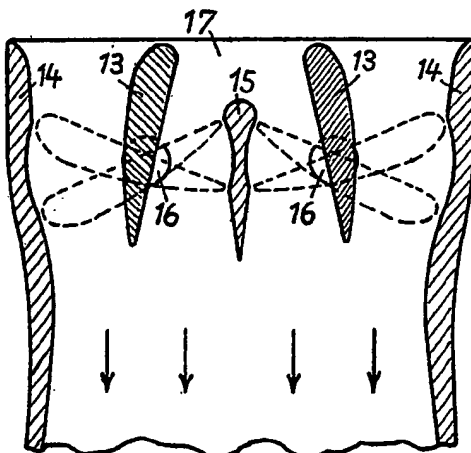


Abb. 4

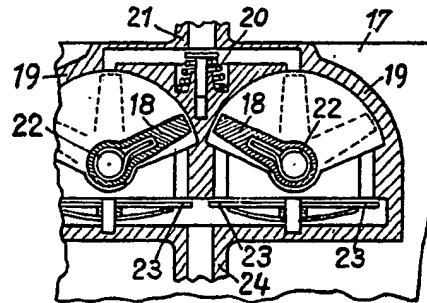


Abb. 5

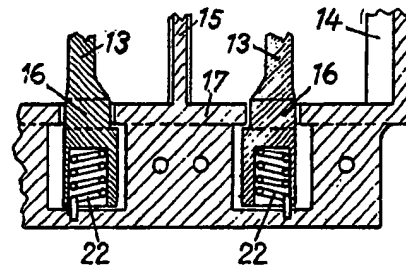


Abb. 6

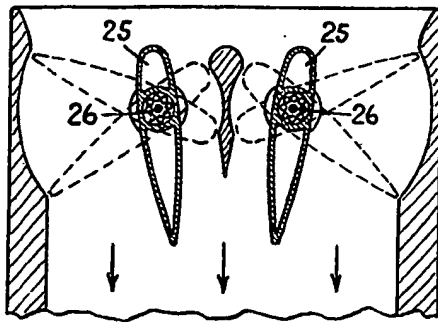


Abb. 7

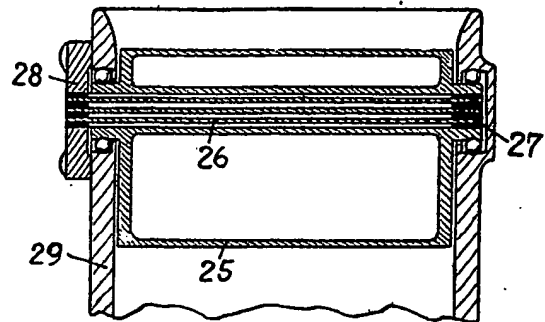


Abb. 8

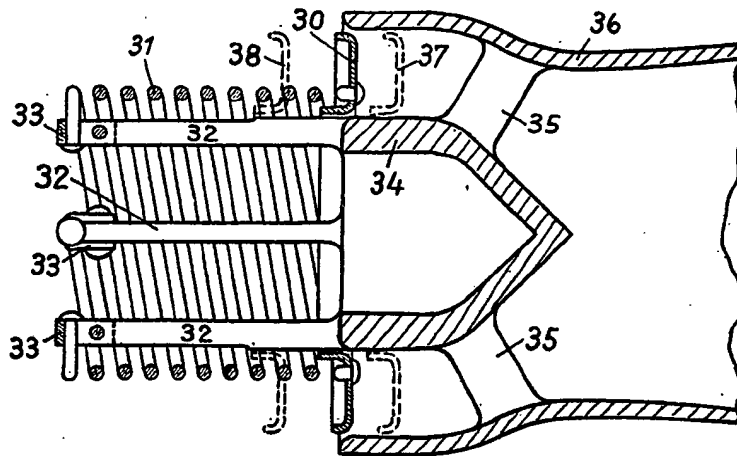


Abb. 9

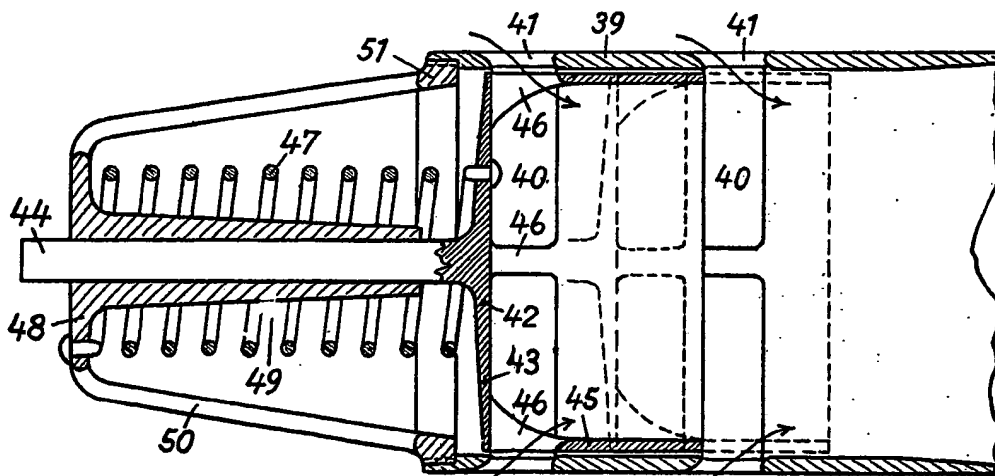


Abb. 10

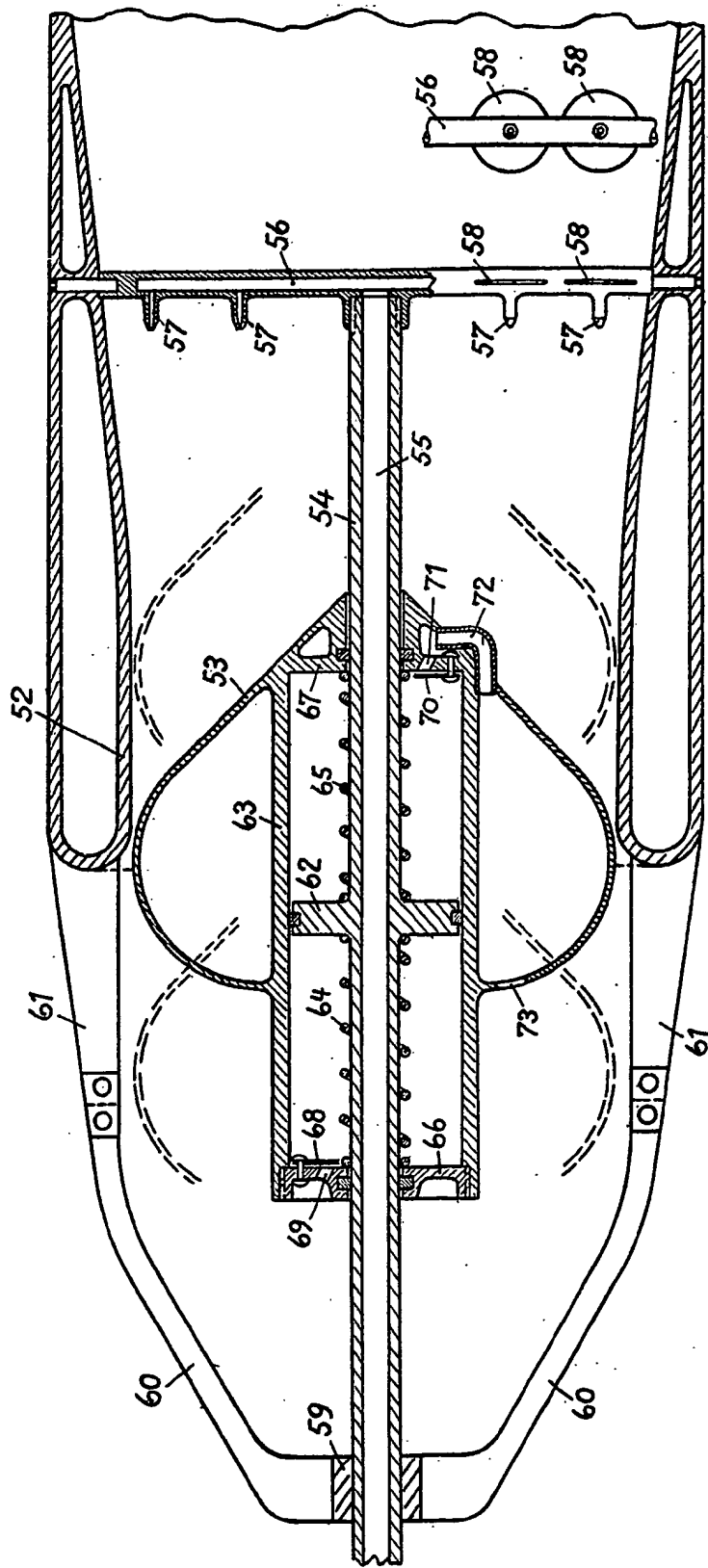


Abb. 11

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.